

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa proses *annealing post-processing* dengan pemberian beban memberikan pengaruh nyata terhadap sifat mekanik dan karakteristik fisik material PLA. Hasil pengukuran densitas menunjukkan bahwa spesimen PLA yang mengalami proses *annealing* dengan beban yaitu A (1,5 Kg), B (3 Kg) dan C (4,5 Kg) memiliki nilai densitas yang lebih tinggi dibandingkan dengan *control* spesimen tanpa perlakuan *annealing*. Hal ini mengindikasikan terjadinya peningkatan kerapatan material akibat proses rekristalisasi selama pemanasan. Sejalan dengan peningkatan densitas, nilai porositas pada spesimen yang mengalami *annealing* mengalami penurunan, yang menunjukkan berkurangnya rongga udara dan *void* antar *layer* dalam struktur material.

Hasil uji kekuatan tarik menunjukkan bahwa sampel PLA dengan perlakuan *annealing* memiliki kekuatan tarik yang lebih tinggi dibandingkan dengan sampel *control* tanpa *annealing*. Peningkatan kekuatan tarik ini merupakan dampak dari kombinasi peningkatan densitas, penurunan porositas, dan peningkatan derajat kristalisasi material yang terjadi selama proses *annealing*. Proses *annealing* pada suhu 150°C di bawah titik leleh PLA memungkinkan rantai polimer untuk mengatur ulang strukturnya menjadi lebih teratur dan kristal, sehingga menghasilkan ikatan antar molekul yang lebih kuat.

Dari hasil penelitian, perlakuan dengan beban 4,5 kg memberikan densitas tertinggi sekaligus standar deviasi terendah, yang menandakan bahwa tekanan yang lebih besar selama *annealing* mampu mengurangi porositas secara lebih efektif dan menghasilkan struktur material yang paling homogen dan stabil. Maka dari itu, *annealing* dengan beban 4,5 kg dapat dinyatakan sebagai kondisi paling optimal dalam penelitian ini karena tidak hanya meningkatkan densitas, tetapi juga memperbaiki konsistensi dan kualitas mikrostruktur material.

Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa *annealing post-processing* merupakan metode yang efektif untuk meningkatkan kualitas dan performa mekanik produk PLA hasil cetak 3D, khususnya dalam hal kekuatan tarik material.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil yang diperoleh, disarankan agar penelitian selanjutnya melakukan variasi parameter *annealing* yang lebih luas, seperti temperatur, waktu tahan (*holding time*), serta variasi beban di atas 4,5 kg, guna menentukan kondisi optimum secara lebih komprehensif.